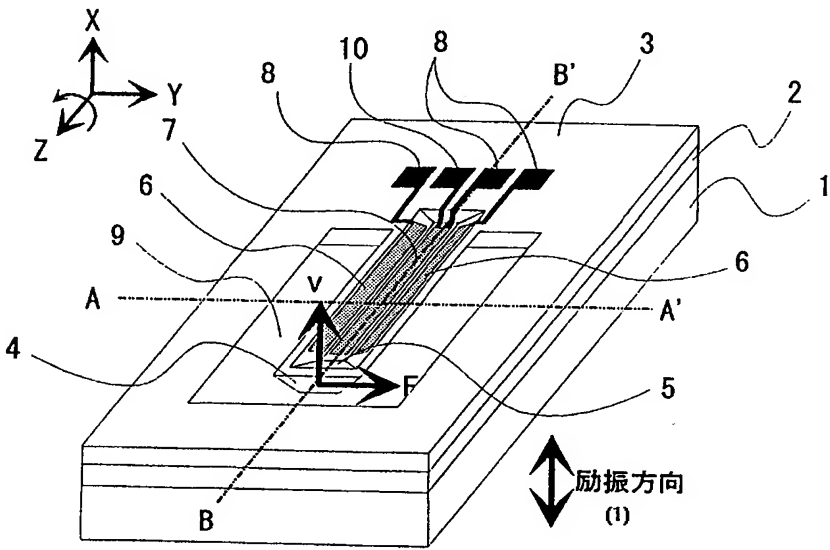


<p>(51) 国際特許分類6 G01C 19/56, G01P 9/04, H04N 5/232, G03B 5/00</p>	<p>A1</p>	<p>(11) 国際公開番号 WO98/41818</p> <p>(43) 国際公開日 1998年9月24日 (24.09.98)</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP97/00913</p> <p>(22) 国際出願日 1997年3月19日 (19.03.97)</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 株式会社 日立製作所(HITACHI, LTD.)[JP/JP] 〒101 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地 Tokyo, (JP)</p> <p>(72) 発明者 ; および</p> <p>(75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 明石照久(AKASHI, Teruhisa)[JP/JP] 〒315 茨城県新治郡千代田町下稲吉2645-10 ピースフルさわB105 Ibaraki, (JP) 佐藤和恭(SATO, Kazutaka)[JP/JP] 〒277 千葉県柏市あけぼの2-9-20-A208 Chiba, (JP) 村主文隆(MURANUSHI, Fumitaka)[JP/JP] 〒315 茨城県新治郡千代田町稲吉3-15-29 Ibaraki, (JP) 西 佳子(NISHI, Yoshiko)[JP/JP] 〒315 茨城県新治郡千代田町稲吉南2-3-1-302 Ibaraki, (JP) 大津満雄(OHTSU, Mitsuo)[JP/JP] 〒242 神奈川県藤沢市遠藤691-4羽根沢24-103 Kanagawa, (JP) 角田莞爾(KAKUTA, Kanji)[JP/JP] 〒311-01 茨城県那珂郡那珂町菅谷4503-4 Ibaraki, (JP)</p>		<p>(74) 代理人 弁理士 小川勝男(OGAWA, Katsuo) 〒100 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 株式会社 日立製作所内 Tokyo, (JP)</p> <p>(81) 指定国 JP, KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書</p>
<p>(54)Title: GYRO SENSOR AND VIDEO CAMERA USING THE SAME</p> <p>(54)発明の名称 ジャイロセンサ及びそれを用いたビデオカメラ</p> <p>(57) Abstract</p> <p>In a gyro sensor which includes a vibrator formed on the same substrate on which a support portion is formed so that it is supported by the support portion while one of the ends thereof can freely vibrate, and insulating substrate bonded to the back of the substrate and a piezoelectric device bonded to the lower surface of the insulating substrate for vibrating the vibrator in the direction of its thickness by the piezoelectric device, a groove having opposed slopes is disposed on the vibrator, and strain detection means is disposed on the inner side of the opposed slopes of the groove. In this way, the gyro sensor can be made more compact, has a high detection sensitivity and has small variance of sensitivity. A video camera using this gyro sensor is also provided.</p> <div data-bbox="665 1255 1490 1801">  </div> <p>(1) ... vibration direction</p>		

(57) 要約

一端が支持部に振動自在な状態で支持されるように支持部と同一の基板に形成された振動子と基板の裏面に接合された絶縁基板と絶縁基板の下面に接合され圧電素子とを有し、圧電素子で振動子とその厚さ方向に振動させるジャイロセンサにおいて、振動子に設けられた対向斜面を有する溝と、溝の対向斜面の内側に歪検出手段を設けることにより、小型化され、検出感度が高く、感度のバラツキが小さいジャイロセンサ及びそれを用いたビデオカメラを提供する。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード（参考情報）

AL	アルバニア	FI	フィンランド	LT	リトアニア	SN	セネガル
AM	アルメニア	FR	フランス	LV	ラトヴィア	SD	スーダン
AT	オーストリア	GB	英国	MC	モナコ	DG	ドミニカ
AZ	アゼルバイジャン	GE	ジョージア	MD	モルドバ	JM	ジャマイカ
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GH	ガーナ	MG	マダガスカル	TR	トルコ
BB	ババルバ	GN	ギニア	MK	マケドニア共和国	TT	トリニダード・トバゴ
BF	ブルキナファソ	GW	ギニア・ビサウ	ML	マリ	UA	ウクライナ
BG	ブルガリア	GR	ギリシャ	MN	モンゴル	UG	ウガンダ
BY	ベラルーシ	HU	ハンガリー	MR	モーリタニア	US	米国
CA	カナダ	IE	アイルランド	MW	モザンビーク	UZ	ウズベキスタン
CC	中央アフリカ共和国	IL	イスラエル	MX	メキシコ	VN	ベトナム
CG	コンゴ共和国	IS	アイスランド	NE	ニジェール	YU	ユーゴスラヴィア
CH	スイス	IT	イタリア	NL	オランダ	ZW	ジンバブエ
CI	コートジボワール	JP	日本	NO	ノルウェー		
CK	クック	KE	ケニア	NZ	ニュージーランド		
CL	チリ	KR	韓国	PL	ポーランド		
CM	カメルーン	KG	キルギス	PT	ポルトガル		
CC	カプルス	KZ	カザフスタン	RO	ルーマニア		
CD	コンゴ民主共和国	LC	セント・ルシア	RU	ロシア		
CE	ケニア	LI	リヒテンシュタイン	SE	スウェーデン		
CF	中央アフリカ共和国	LR	リベリア	SG	シンガポール		
CG	コンゴ共和国	LS	レソト	SI	スロベニア		
CH	スイス			SK	スロバキア		
CI	コートジボワール			SL	シエラレオネ		
CK	クック						
CL	チリ						
CM	カメルーン						
CC	カプルス						
CD	コンゴ民主共和国						
CE	ケニア						
CF	中央アフリカ共和国						
CG	コンゴ共和国						
CH	スイス						
CI	コートジボワール						
CK	クック						
CL	チリ						
CM	カメルーン						
CC	カプルス						
CD	コンゴ民主共和国						
CE	ケニア						
CF	中央アフリカ共和国						
CG	コンゴ共和国						
CH	スイス						
CI	コートジボワール						
CK	クック						
CL	チリ						
CM	カメルーン						
CC	カプルス						
CD	コンゴ民主共和国						
CE	ケニア						
CF	中央アフリカ共和国						
CG	コンゴ共和国						
CH	スイス						
CI	コートジボワール						
CK	クック						
CL	チリ						
CM	カメルーン						
CC	カプルス						
CD	コンゴ民主共和国						
CE	ケニア						
CF	中央アフリカ共和国						
CG	コンゴ共和国						
CH	スイス						
CI	コートジボワール						
CK	クック						
CL	チリ						
CM	カメルーン						
CC	カプルス						
CD	コンゴ民主共和国						
CE	ケニア						
CF	中央アフリカ共和国						
CG	コンゴ共和国						
CH	スイス						
CI	コートジボワール						
CK	クック						
CL	チリ						
CM	カメルーン						
CC	カプルス						
CD	コンゴ民主共和国						
CE	ケニア						
CF	中央アフリカ共和国						
CG	コンゴ共和国						
CH	スイス						
CI	コートジボワール						
CK	クック						
CL	チリ						
CM	カメルーン						
CC	カプルス						
CD	コンゴ民主共和国						
CE	ケニア						
CF	中央アフリカ共和国						
CG	コンゴ共和国						
CH	スイス						
CI	コートジボワール						
CK	クック						
CL	チリ						
CM	カメルーン						
CC	カプルス						
CD	コンゴ民主共和国						
CE	ケニア						
CF	中央アフリカ共和国						
CG	コンゴ共和国						
CH	スイス						
CI	コートジボワール						
CK	クック						
CL	チリ						
CM	カメルーン						
CC	カプルス						
CD	コンゴ民主共和国						
CE	ケニア						
CF	中央アフリカ共和国						
CG	コンゴ共和国						
CH	スイス						
CI	コートジボワール						
CK	クック						
CL	チリ						
CM	カメルーン						
CC	カプルス						
CD	コンゴ民主共和国						
CE	ケニア						
CF	中央アフリカ共和国						
CG	コンゴ共和国						
CH	スイス						
CI	コートジボワール						
CK	クック						
CL	チリ						
CM	カメルーン						
CC	カプルス						
CD	コンゴ民主共和国						
CE	ケニア						
CF	中央アフリカ共和国						
CG	コンゴ共和国						
CH	スイス						
CI	コートジボワール						
CK	クック						
CL	チリ						
CM	カメルーン						
CC	カプルス						
CD	コンゴ民主共和国						
CE	ケニア						
CF	中央アフリカ共和国						
CG	コンゴ共和国						
CH	スイス						
CI	コートジボワール						
CK	クック						
CL	チリ						
CM	カメルーン						
CC	カプルス						
CD	コンゴ民主共和国						
CE	ケニア						
CF	中央アフリカ共和国						
CG	コンゴ共和国						
CH	スイス						
CI	コートジボワール						
CK	クック						
CL	チリ						
CM	カメルーン						
CC	カプルス						
CD	コンゴ民主共和国						
CE	ケニア						
CF	中央アフリカ共和国						
CG	コンゴ共和国						
CH	スイス						
CI	コートジボワール						
CK	クック						
CL	チリ						
CM	カメルーン						
CC	カプルス						
CD	コンゴ民主共和国						
CE	ケニア						
CF	中央アフリカ共和国						
CG	コンゴ共和国						
CH	スイス						
CI	コートジボワール						
CK	クック						
CL	チリ						
CM	カメルーン						
CC	カプルス						
CD	コンゴ民主共和国						
CE	ケニア						
CF	中央アフリカ共和国						
CG	コンゴ共和国						
CH	スイス						
CI	コートジボワール						
CK	クック						
CL	チリ						
CM	カメルーン						
CC	カプルス						
CD	コンゴ民主共和国						
CE	ケニア						
CF	中央アフリカ共和国						
CG	コンゴ共和国						
CH	スイス						
CI	コートジボワール						
CK	クック						
CL	チリ						
CM	カメルーン						
CC	カプルス						
CD	コンゴ民主共和国						
CE	ケニア						
CF	中央アフリカ共和国						
CG	コンゴ共和国						
CH	スイス						
CI	コートジボワール						
CK	クック						
CL	チリ						
CM	カメルーン						
CC	カプルス						
CD	コンゴ民主共和国						
CE	ケニア						
CF	中央アフリカ共和国						
CG	コンゴ共和国						
CH	スイス						
CI	コートジボワール						
CK	クック						
CL	チリ						
CM	カメルーン						
CC	カプルス						
CD	コンゴ民主共和国						
CE	ケニア						
CF	中央アフリカ共和国						
CG	コンゴ共和国						
CH	スイス						
CI	コートジボワール						
CK	クック						
CL	チリ						
CM	カメルーン						
CC	カプルス						
CD	コンゴ民主共和国						
CE	ケニア						
CF	中央アフリカ共和国						
CG	コンゴ共和国						
CH	スイス						
CI	コートジボワール						
CK	クック						
CL	チリ						
CM	カメルーン						
CC	カプルス						
CD	コンゴ民主共和国						
CE	ケニア						
CF	中央アフリカ共和国						
CG	コンゴ共和国						
CH	スイス						
CI	コートジボワール						
CK	クック						
CL	チリ						
CM	カメルーン						
CC	カプルス						
CD	コンゴ民主共和国						
CE	ケニア						
CF	中央アフリカ共和国						
CG	コンゴ共和国						
CH	スイス						
CI	コートジボワール						
CK	クック						
CL	チリ						
CM	カメルーン						
CC	カプルス						
CD	コンゴ民主共和国						
CE	ケニア						
CF	中央アフリカ共和国						
CG	コンゴ共和国						
CH	スイス						
CI	コートジボワール						
CK	クック						
CL	チリ						
CM	カメルーン						
CC	カプルス						
CD	コンゴ民主共和国						
CE	ケニア						

1

明 細 書

ジャイロセンサ及びそれを用いたビデオカメラ

技術分野

本発明は角速度を検出するジャイロセンサ及びそれを用いた機器に関
5 し、特に梁状の振動子を振動させて角速度に応じたコリオリ力を検出す
る振動式ジャイロセンサ及びそれを用いた手ぶれ防止機能付きのビデオ
カメラ、カメラ機器に好適である。

背景技術

マイクロマシニング技術を応用し小型化及び低価格化した振動式ジャ
10 イロセンサとしては、例えば特開平6-288774号公報に記載のものが知ら
れている。

この振動式ジャイロセンサは中央に配置された振動子のたわみ量を振
動子と2つの検出用電極間の静電容量変化で検出する構成となっている。
上記従来技術は、コリオリ力の検出方法として振動子と2つの電極間の
15 静電容量変化を読み取るため、電極部の加工精度、及び電極間の静電容
量が検出感度に大きく影響する。また、センサの感度を上げるためには、
電極間の狭小ギャップを均一にし、再現性よく高い加工精度で加工する
必要がある。さらに、配線周りの浮遊容量の影響で静電容量変化の割合
20 が小さくならないように電極部の面積を大きくし静電容量を増やさなけ
ればならない。

さらに、電極部を形成するにはシリコンを貫通エッチングしなければ
ならないが、シリコンの異方性エッチングを用いてもギャップ間隔を5
μm以下という微小間隔をウエハ面内で均一、かつ再現性よく形成する
ことは困難である。

25 さらに、電極部の面積を大きくするには振動子を長細い構造にしなけ
ればならず、このことは振動子の共振周波数が低下して検出感度が低下

することになる。

本発明の目的は上記従来技術の課題を解決し、小型化され、検出感度が高く、感度のバラツキが小さいジャイロセンサ及びそれを用いたビデオカメラ並びにジャイロセンサの製造方法を提供することを目的とする。

5 発明の開示

本発明は、一端が支持部に振動自在な状態で支持されるように支持部と同一の基板に形成された振動子と基板の裏面に接合された絶縁基板と絶縁基板の下面に接合され圧電素子とを有し、圧電素子で振動子とその厚さ方向に振動させるジャイロセンサにおいて、振動子に設けられた斜面を有する溝と、溝の斜面に歪検出手段を設けたものである。

これにより、振動子は基板を異方性エッチングなどにより容易に形成が可能であり、振動子のたわみ量は振動子に設けられた溝の斜面に歪検出手段を介して検出できるので、それぞれの歪検出手段の差動出力電圧を取ることににより大きな出力電圧が得られる。そして、ジャイロセンサの厚みを薄くして全体を小型化できる。

また、本発明は、一端が支持部に振動自在な状態で支持されるように支持部と同一の基板に形成された振動子と前記基板の裏面に接合された絶縁基板と前記絶縁基板の下面に接合され圧電素子とを有し、前記圧電素子で前記振動子とその厚さ方向に振動させるジャイロセンサにおいて、前記基板をシリコン基板とし、エッチングによって前記基板に貫通部が設けられることにより形成された前記振動子と、前記シリコン基板の表面に異方性エッチングによって斜面が形成された前記振動子に設けられた溝と、前記溝の前記斜面に電着レジストを用いて形成された歪検出手段とを備えたものである。

さらに、本発明は、圧電素子で振動子とその厚さ方向に振動させるジャイロセンサが搭載されたビデオカメラにおいて、ビデオカメラのレ

3

ンズ部に固定されたシリコン基板と、シリコン基板をエッチングして貫通部が設けられることにより形成された振動子と、振動子に異方性エッチングによって対向斜面が形成された溝と、溝の前記対向斜面の内側に電着レジストを用いて形成された歪検出手段と、シリコン基板に設けられ歪検出手段に生じる電圧を検出する薄膜電極とを備えたものである。

これにより、ジャイロセンサの厚みを薄くできるので、ビデオカメラ全体として小型化できるとともに、ジャイロセンサのビデオカメラへの布線処理など実装を容易とすることができる。

さらに、本発明は振動自在な状態で支持されるように支持部と同一の基板に形成された振動子と前記基板の裏面に接合された絶縁基板と前記絶縁基板の下面に接合され圧電素子とを有し、前記圧電素子で前記振動子とその厚さ方向に振動させるジャイロセンサの製造方法において、前記基板をエッチングして貫通部を設け前記振動子を形成する工程と、形成された前記振動子に異方性エッチングによって対向斜面を有する溝を形成する工程と、前記対向斜面の内側に電着レジストを塗布する工程と、塗布された前記電着レジストを用いて前記対向斜面の内側に歪検出手段を形成する工程とを備えて歪検出手段を形成するものである。

これにより、ジャイロセンサの製造方法を容易にし、精度が高く量産に適したものとすることができる。

20 図面の簡単な説明

第1図は、本願発明の一実施例におけるジャイロセンサを示す斜視図である。

第2図は、第1図のジャイロセンサを各基板ごとに分離した時の外観を示す斜視図である。

25 第3図は、第1図のA-A'断面を模式的に示す断面図である。

第4図は、第1図のB-B'断面を模式的に示す断面図である。

4

第 5 図は、本願発明の一実施例のコリオリ力の検出方法を説明するための断面図である。

第 6 図は、本願発明の一実施例の回路構成を示すブロック図である。

第 7 図は、本願発明の他の実施例を示す振動子の断面図である。

5 第 8 図は、本願発明の一実施例の振動子の形成された基板を示す平面図である。

第 9 図は、本願発明の他の実施例の振動子の形成された基板を示す平面図である。

第 10 図は、本願発明の一実施例の製造方法を示す断面図である。

10 第 11 図は、本願発明の他の実施例を示すジャイロセンサの斜視図である。

第 12 図は、従来のジャイロセンサを示す斜視図である。

第 13 図は、本願発明の一実施例のセンサを実装しているビデオカメラの外観を示す斜視図である。

15 第 14 図は、本願発明の一実施例によるレンズ部の外観を模式的に示す斜視図である。

第 15 図は、本願発明の一実施例によるジャイロセンサの搭載基板を示す平面図である。

発明を実施するための最良の形態

20 ビデオカメラ等に利用される振動式のジャイロセンサは、センサ自身の高さを低く、センサの占有面積を小さくする必要がある。また、手ぶれ防止用には 2 軸の角速度を検出しなければならずセンサも 2 個必要となる。

以下、図面を参照して本発明の一実施例を詳細に説明する。第 1 図は
25 一実施例におけるジャイロセンサの外観を示す斜視図、第 2 図は第 1 図のジャイロセンサを各基板ごとに分離した時の外観を示す斜視図、第 3

5

図は第 1 図の A-A' 断面を模式的に示す断面図、第 4 図は第 1 図の B-B' 断面を模式的に示す断面図、第 5 図は一実施例のコリオリ力の検出方法を説明するための断面図、第 6 図は一実施例の回路構成を示すブロック図、第 7 図は、他の実施例を示す振動子の断面図、第 8 図は一実施例の振動子の形成された基板を示す平面図、第 9 図は他の実施例の振動子の形成された基板を示す平面図、第 10 図は一実施例の製造方法を示す断面図、第 11 図は他の実施例を示す斜視図、第 12 図は従来例を示す斜視図、第 13 図は、一実施例のセンサを 2 個実装しているビデオカメラの一部分をカットしたカットモデルの外観を示す斜視図、第 14 図は一実施例によるレンズ部の外観を模式的に示す斜視図、第 15 図は一実施例による搭載基板の平面図である。

第 13 図において、131 はビデオテープ装着部でその他カメラ部 132、音声入力部 133、ファインダー部 134 から構成されている。図はカメラ部 132 を一部カットして示しており、レンズ部 135 とジャイロセンサ搭載基板 136 が配置されている。

第 14 図において、ジャイロセンサ搭載基板 136 上に、水平方向手ぶれ検出用のジャイロセンサ 141 と垂直方向手ぶれ検出用のジャイロセンサ 142 が実装されている。搭載基板 136 はネジ止め等によりレンズ部 135 に固定され一体となっている。

20 レンズ部 135 が水平方向及び垂直方向に動いたときに搭載基板 136 も同時に動くので、各方向の角加速度はセンサ 141、142 によって検出される。

第 15 図において、センサ 141、142 はレンズ外径位置 151 のレンズ光軸 152 にできるだけ近い位置に配置することが感度、精度等の点から望ましい。ただし、センサ 141 とセンサ 142 は共に振動式のジャイロセンサなので、その共振周波数を互いに共振しないように 5

0 0 H z 程度ずらしてある。

第 1 図でパッケージ部や増幅回路部は省略してある。ジャイロセンサは、圧電素子であるバルクの圧電基板 1、絶縁基板である絶縁用ガラス基板 2、振動子を形成するシリコン基板 3 の 3 種類の基板から構成されてお
5 ており、それぞれが接合されている。ジャイロセンサの大きさは約 4×14 mm で厚みは約 2 mm である。

シリコン基板 3 の面方位は { 1 0 0 } であり、シリコンの異方性エッチングによりシリコン開口部 9 つまり貫通部を形成し、片持ち梁となった振動子 4 に異方性エッチングによる対向斜面を有する溝 5 が設けられ
10 ている。

シリコンの異方性エッチングは、水酸化カリウム水溶液 (K O H) やテトラメチルアンモニウムハイドロオキシド (T M A H) 等のアルカリ系エッチング液を用いて行われる。

また、溝 5 の溝の対向斜面の内側面及び底面にそれぞれ、歪検出手段
15 として検出用 Z n O からなる圧電薄膜 6、帰還用の圧電薄膜 7 が形成されている。これらの圧電薄膜に生じた電圧を検出するため薄膜電極 8 と共通の電極として G N D 電極 1 0 が両圧電薄膜を挟み込むように積層パターンニングされている。

圧電基板 1 には、X 方向に伸縮振動させるための圧電基板ドライブ用
20 薄膜電極 1 2 が両面に形成されている。この電極にある周波数の電圧を印加するとその周波数で圧電基板 1 が振動し、シリコン基板 3 に形成された振動子 4 が X 方向に励振される。

また、ガラス基板 2 はシリコン基板 3 と圧電基板 1 の電極 1 2 がショートしないようにするためのものであり、さらにガラス凹部 1 1 が
25 形成されている。

ガラス凹部 1 1 は振動子 4 がガラス基板 2 と接触することがないように

7

に形成されている。シリコンの異方性エッチングを利用して振動子を形成するので、開口部 9 の断面形状は逆テーパの形状で、振動子 4 の断面形状は左右対称で逆テーパの U 字型形状となっている。

振動子の断面寸法は、略 $a : 350 \mu\text{m}$ 、 $b : 200 \mu\text{m}$ 、 $c : 900 \mu\text{m}$ 、 $d :$
5 $1300 \mu\text{m}$ であり、振動子 4 の溝 5 の向かい合う対向斜面に圧電薄膜 6 が形成され、溝 5 の底面に帰還用の圧電薄膜 7 が設けられ、圧電薄膜 6、7 は互いにつながることなくパターンニングされている。

次に第 5、6 図によって、振動式ジャイロセンサの角速度センシング方法を説明する。圧電基板 1 によって質量 m の振動子 4 が X 方向に速度
10 v で振動している時に Z 軸回りに角速度 ω が加わった場合、角速度に応じたコリオリ力 $F (= 2 m v \omega)$ が発生する。コリオリ力は Y 方向に加わるので、振動子 4 は Y 方向にたわみ、X 方向と Y 方向の合成振動になる。

このたわみ量は溝 5 に ZnO で形成された圧電薄膜 6 と圧電薄膜 7 の
15 電圧変化として検出できる。

第 5 図は角速度が加わっていない無回転時と角速度が加わった回転時の動作説明図であり、速度 v 、力 f で X 方向に振動子 4 が振動しているとき、振動子 4 は X 方向にたわみ振動する。よって、2 つの圧電薄膜 6 には f による歪みが励振方向と同じ方向に生じる。

20 圧電薄膜 6 の膜厚方向に力 f の分解成分が加えられたとき、圧電薄膜に発生した出力電圧値を A_1 とする。次に角速度が Z 軸回りに加わってコリオリ力 F が図の方向に加わえられた時（回転時）、振動子 4 は f と F の合力方向に振動する。そして、コリオリ力 F によって生じた電圧値を A_2 とする。よって、圧電薄膜 6 の膜厚方向に合力の分解成分が加え
25 られることで、各検出用圧電薄膜 6 に発生する出力電圧値は、それぞれ $A_1 - A_2$ 、 $A_1 + A_2$ となる。これらの差動出力電圧値の絶対値は 2

8

A 2 となり、コリオリ力 F によりそれぞれの圧電薄膜に生じる電圧の 2 倍の出力電圧値を得ることができる。

力 f とコリオリ力 F との合成振動によって得られた圧電薄膜 6 からの出力は、第 6 図に示すようにフィルタ内蔵の差動増幅回路 1 4 に入力され、センサの外乱成分をカットしてコリオリ力 F による電圧値を取り出す。そして、同時に発振回路 1 3 で圧電基板 1 を振動させると共に、振動子 4 に形成された圧電薄膜 7 によって振動周波数をモニタし発振回路 1 3 へとフィードバックし周波数を調整する。この周波数を基準として差動増幅回路 1 4 を経て得られた信号を同期検波回路 1 5 によって検波する。さらに、検波された電圧値を直流増幅回路 1 6 によって増幅しコリオリ力による信号として取り出す。以上によって、角速度の検出が行われる。

次に振動子 4 の断面構造の他の実施例について第 7 図で説明する。一実施例で説明した (a) に対してシリコンの異方性エッチングを用いれば (b)、(c)、(d) のようにもできる。

(a) の場合、シリコン基板 3 の表側から異方性エッチングを行い溝 5 を形成し、その後裏面から異方性エッチングを行い開口部 9 を形成することで振動子 4 の U 字型構造を作る。

(b) の場合、表側から異方性エッチングを行い溝 5 を形成するとき、予め貫通させる部分がある程度エッチングしておき、その後裏面から異方性エッチングを行い貫通させることで、振動子 4 を形成することができる。このときの裏面からのエッチング量は (a) の場合に比べ少なくできる。

(a)、(b) において、圧電薄膜 7 は必ずしも必要ではない。しかし、第 6 図において説明したように圧電薄膜 7 を設けたほうが発振回路 1 3 に圧電薄膜 7 による信号をフィードバックすることができるので、

周波数を調整することが可能となり、より高精度で高感度とすることができる。

次に（c）の場合は振動子4の断面構造をV字型にしたものであり、圧電薄膜7は形成せず簡略化を図っている。

- 5 （d）は（a）のタイプを拡張したもので、溝5を2つ形成し、（a）に比べ検出感度を上げることが可能である。

第8図、第9図は振動子4の他の実施例である。振動子4の断面形状が第7図の（a）の場合、シリコン基板3の表裏面の形状を第8図に示す。第8図の（a）はシリコン基板3の表面形状を示し、（b）はシリ
10 コン基板3の裏面形状を示している。

シリコン基板3は面方位が $\{100\}$ であるので、異方性エッチングを行うと、（b）に示すように $\{111\}$ シリコン結晶面17のテーパー斜面が形成される。また、振動体の質量が大きいほど、振動体の速度が速いほどコリオリ力Fが大きい。そのためには第9図のように振
15 動子4の先端に重り部分18を形成しても良い。これにより、振動子4の先端が重くなるので、励振振幅が大きく取れコリオリ力Fによる振動子のたわみも増加するので圧電薄膜6において発生する電圧が大きくなり感度が向上する。

次に圧電薄膜6、圧電薄膜7が形成された振動子4の製造プロセスを
20 第10図で（a）～（g）順に説明する。

（a）：面方位 $\{100\}$ のシリコン基板3の表面に異方性エッチングで溝5を形成する。異方性エッチングは、アルカリ系エッチャント、例えば水酸化カリウム水溶液（KOH）やテトラメチルアンモニウムハイドロオキシド（TMAH）を用いて行う。次に熱酸化を行いシリ
25 コン基板3に SiO_2 膜19を形成する。さらに表側の SiO_2 膜をパターニングし SiO_2 パターン20を形成する。

10

(b) : 蒸着法またはスパッタ法により、クロム、金の2層薄膜で形成された下層電極21をシリコン基板3の表側に成膜する。

(c) : 次に電気泳動によってコーティングされる電着感光性レジストを用い、基板にレジストを塗布する。さらに、ホトリソプロセスを経て下層電極21をパターンニングし、下層電極パターン22を得る。

(d) : 下層電極パターン22を覆うようにスパッタ法によりZnOの圧電薄膜23、上層電極24を順次成膜する。ここでの上層電極24は下層電極21と同じクロム、金の2層薄膜で形成される。その他、アルミニウム薄膜等の導電性の薄膜を使用することもできる。

10 (e) : 電着(感光性)レジストを用い、基板表面にレジストを塗布する。その後同様にホトリソプロセスを経て上層電極薄膜24、ZnO薄膜23をパターンニングし、上層電極パターン26、ZnO薄膜パターン25を得る。ZnO薄膜パターン25、上層電極パターン26は異方性エッチング溝5の斜面に形成される。

15 工程(c)、(e)で電着レジストを用いたのは溝5が100 μ mを越える深溝の場合でも溝5の側面及び底面をレジストでカバーすることができるからである。

(f) : 裏面のSiO₂膜19をパターンニングし、裏面Si開口部27を形成する。

20 (g) : 基板3の表面を治具を用いてエッチャントが染み込まないようにカバーして、KOHによる異方性エッチングを裏面から行い貫通部を形成する。この際、先に表面にSiO₂薄膜を成膜してエッチングを行っても良い。

次に、他の実施例として一つの素子で2軸の角速度を検出することが
25 可能な振動式ジャイロセンサを第11図で説明する。本実施例では2軸の角速度を検出するため2個配置したジャイロセンサを一体化すること

ができ、より一層小型化に有利である。

第 11 図のものは基本構成は第 1 図と同じであり、圧電基板 1 上に絶縁用ガラス基板 2 を介して振動梁が互いに直角に交わるように 2 つ形成されている。そして、一つは Z 軸回り角加速度検出用振動子 28 で他は
5 Y 軸回り角加速度検出用振動子 29 である。これらの振動子の共振周波数は互いに干渉しないように前もってずらすように各部の寸法、位置などを定める。

また、それぞれに圧電薄膜 30、32、検出用の ZnO 薄膜 31、33 が形成され、Y 軸、Z 軸の角速度検出は第 1 図の場合と同様に行なわ
10 れる。

上記の実施例は、溝の斜面に歪検出手段として圧電薄膜を形成しているが、歪検出手段は圧電薄膜に限るものではなく、例えば、溝の斜面にバルク圧電体を貼付けたものであっても同様の効果が期待できる。

本発明によれば、小型化され、検出感度が高く、感度のバラツキが小さいジャイロセンサ及びそれを用いたビデオカメラ並びにジャイロセンサの製造方法を得ることができる。さらに、具体的には以下のことが言
15 える。

(1) マイクロマシニング技術によって製造が可能であり構成が簡単で量産性に富んでいる。

20 (2) 圧電素子、絶縁基板、振動子の基板の 3 層による接合基板で構成されているので、厚みが薄く、センサの占有面積が小さく、小型化及び複合化が可能であり、ビデオカメラに複数個設置してもスペースを大きく取られることがない。

(3) 振動子に溝を設け、その溝の対向する内側面に歪検出手段である
25 圧電薄膜を設けてあるので、コストを押さえることができるとともに素子間の形状ばらつきを押さえることができ、センサの出力感度のばらつ

12

きを押さえることができる。

(4) センサ間の出力ばらつきを押さえることができるので、本センサをビデオカメラ等を実装すれば、実装後の後工程でセンサ感度を調整するための補正回路や制御用ソフトウェアの付加が不必要となる。

請求の範囲

1. 一端が支持部に振動自在な状態で支持されるように支持部と同一の
基板に形成された振動子と前記基板の裏面に接合された絶縁基板と前記
絶縁基板の下面に接合され圧電素子とを有し、前記圧電素子で前記振動
5 子とその厚さ方向に振動させるジャイロセンサにおいて、
前記振動子に設けられた斜面を有する溝と、
前記溝の斜面に圧電薄膜を設けたことを特徴とするジャイロセンサ。
2. 一端が支持部に振動自在な状態で支持されるように支持部と同一の
基板に形成された振動子と前記基板の裏面に接合された絶縁基板と前記
10 絶縁基板の下面に接合され圧電素子とを有し、前記圧電素子で前記振動
子とその厚さ方向に振動させるジャイロセンサにおいて、
前記基板をシリコン基板とし、エッチングによって前記基板に貫通部
が設けられることにより形成された前記振動子と、
前記シリコン基板の表面に異方性エッチングによって斜面が形成され
15 た前記振動子に設けられた溝と、
前記溝の前記斜面に電着レジストを用いて形成された歪検出手段と
を備えたことを特徴とするジャイロセンサ。
3. 圧電素子で振動子とその厚さ方向に振動させるジャイロセンサが搭
載されたビデオカメラにおいて、
20 前記ビデオカメラのレンズ部に固定された基板と、
前記基板をエッチングして貫通部が設けられることにより形成された
前記振動子と、
前記振動子に異方性エッチングによって対向斜面が形成された溝と、
前記溝の前記対向斜面の内側に電着レジストを用いて形成された歪検
25 出手段と、
前記基板に設けられ前記歪検出手段に生じる電圧を検出する薄膜電極

と

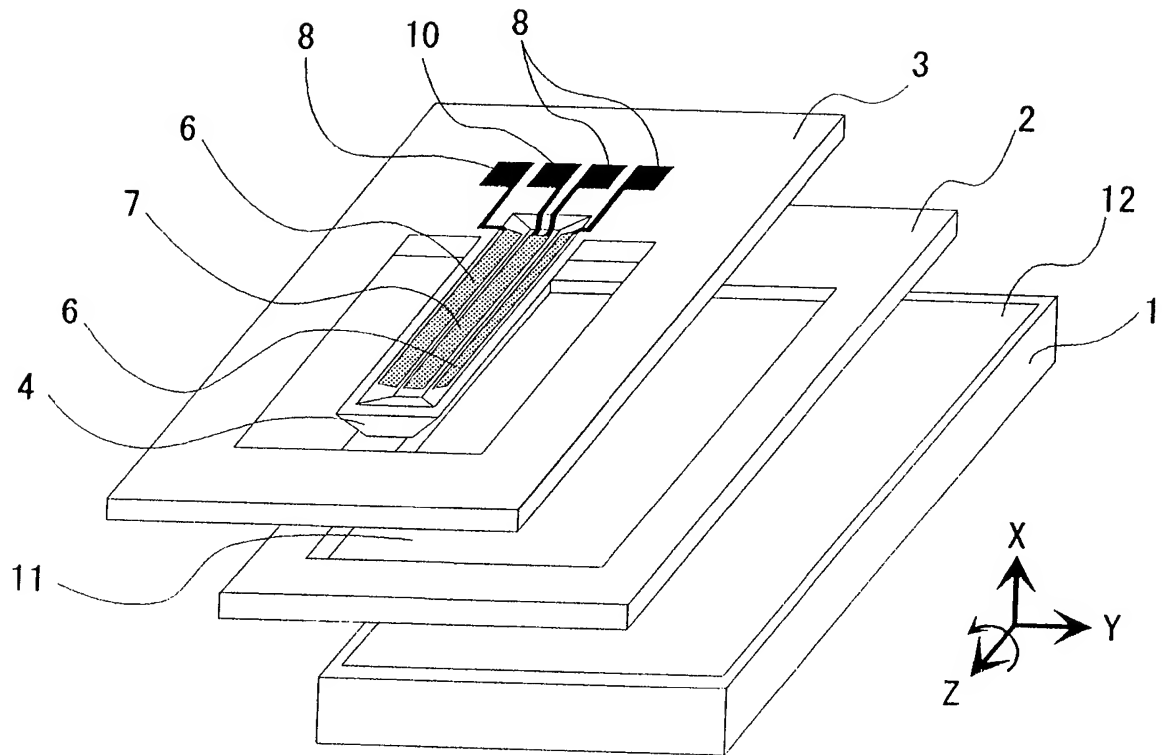
を備えたことを特徴とするビデオカメラ。

4. 振動自在な状態で支持されるように支持部と同一の基板に形成された振動子と前記基板の裏面に接合された絶縁基板と前記絶縁基板の下面
- 5 に接合され圧電素子とを有し、前記圧電素子で前記振動子はその厚さ方向に振動させるジャイロセンサの製造方法において、

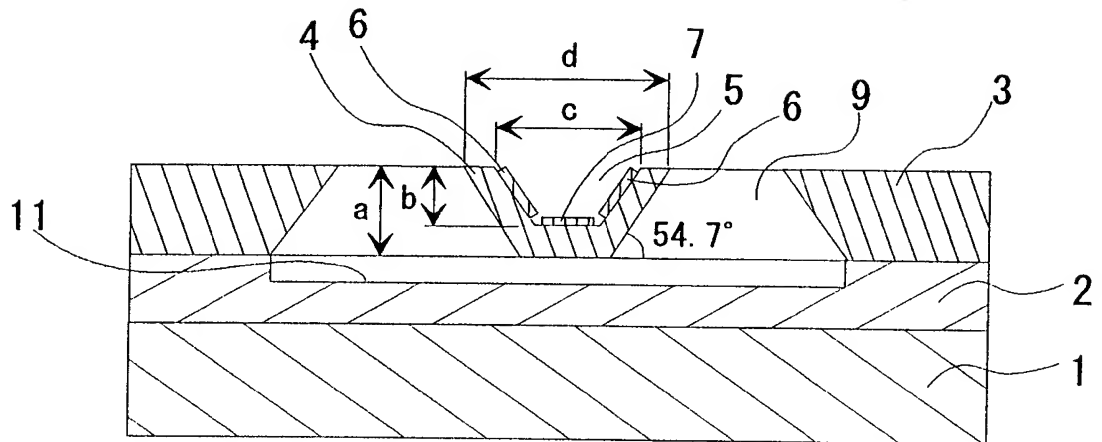
前記基板をエッチングして貫通部を設け前記振動子を形成する工程と、
形成された前記振動子に異方性エッチングによって対向斜面を有する溝を形成する工程と、

- 10 前記対向斜面の内側に電着レジストを塗布する工程と、
塗布された前記電着レジストを用いて前記対向斜面の内側に歪検出手段を形成する工程と
- を備えたことを特徴とするジャイロセンサの製造方法。

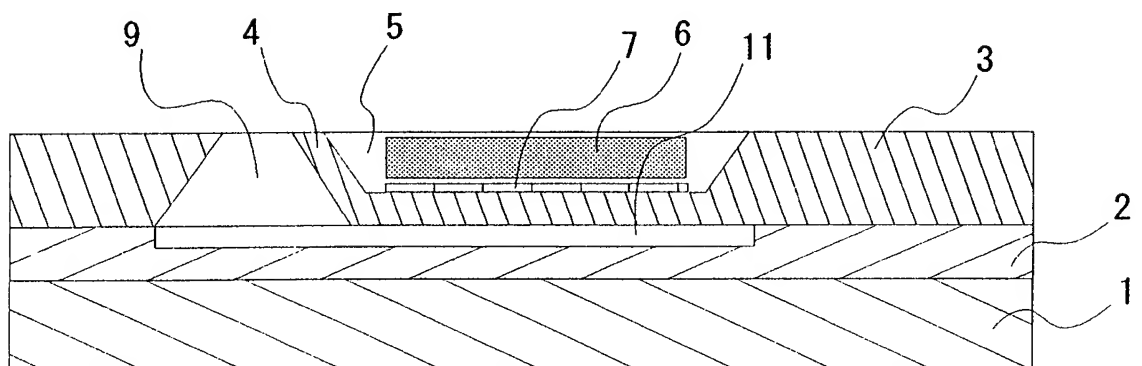
第 2 図



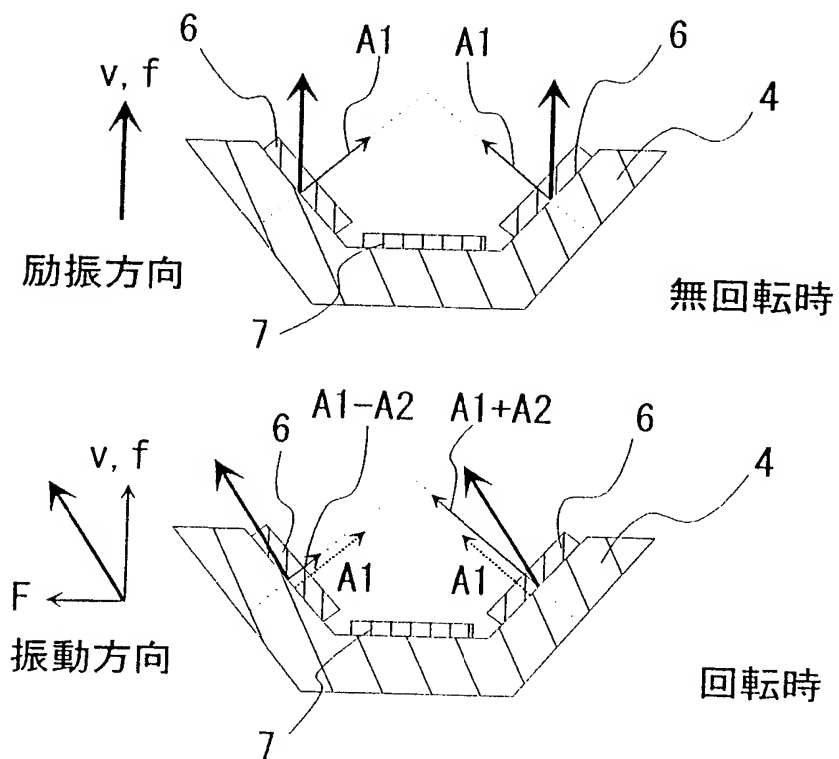
第 3 図



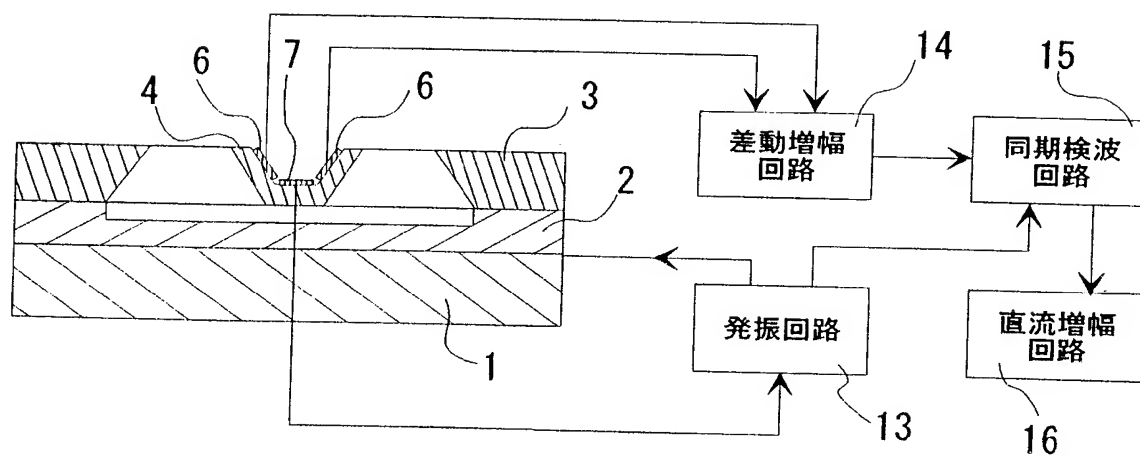
第 4 図



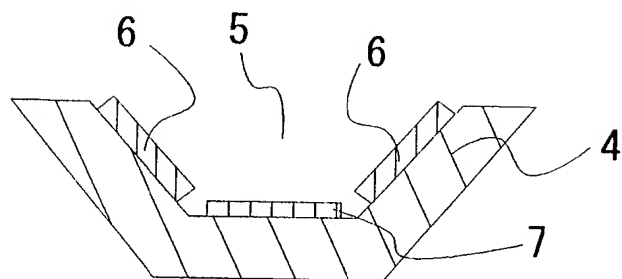
第 5 図



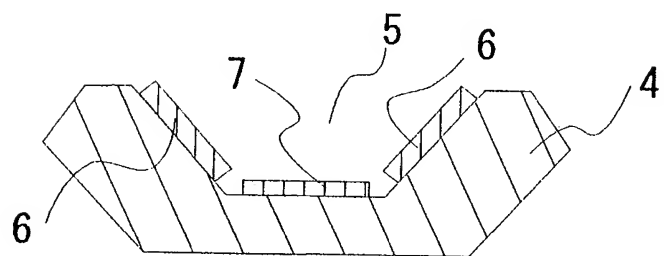
第 6 図



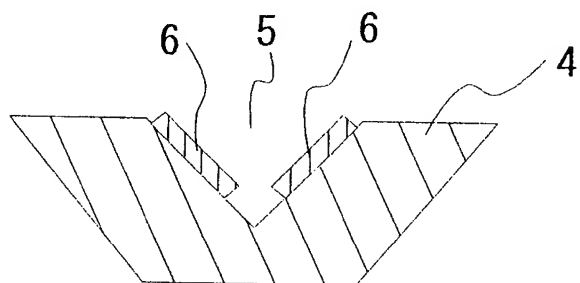
第 7 図



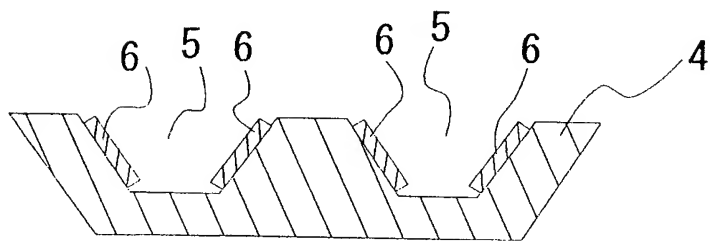
(a)



(b)

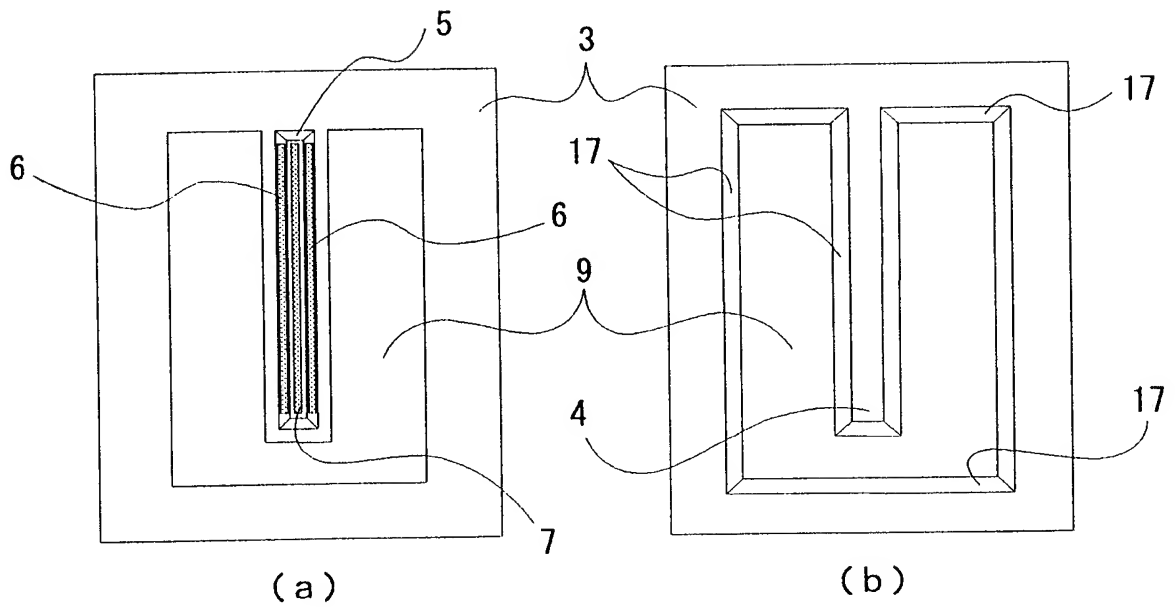


(c)

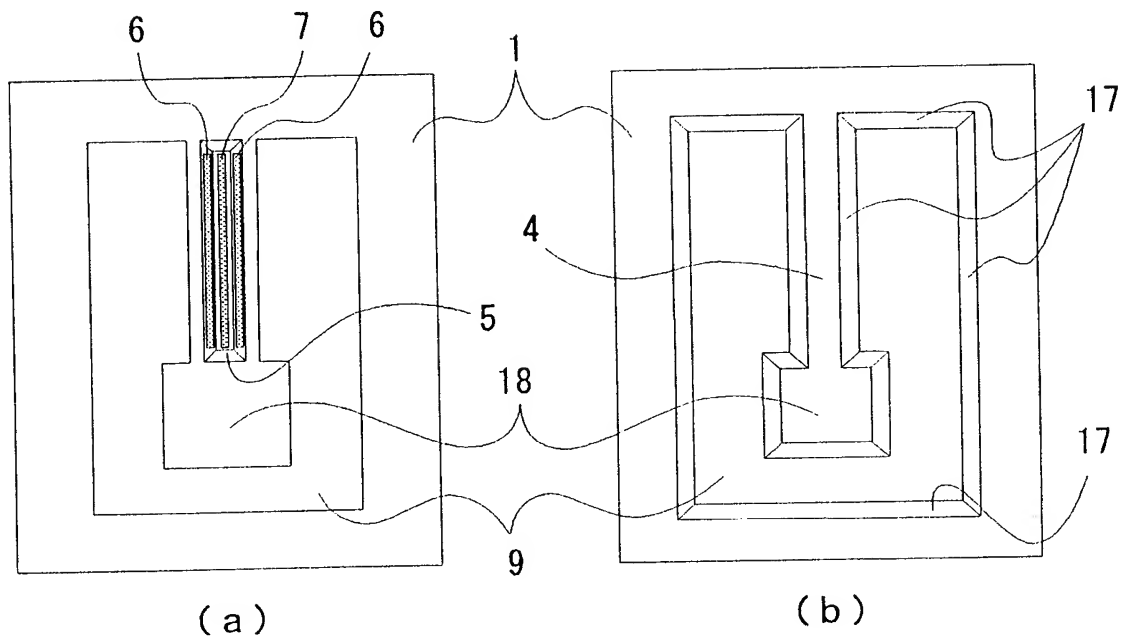


(d)

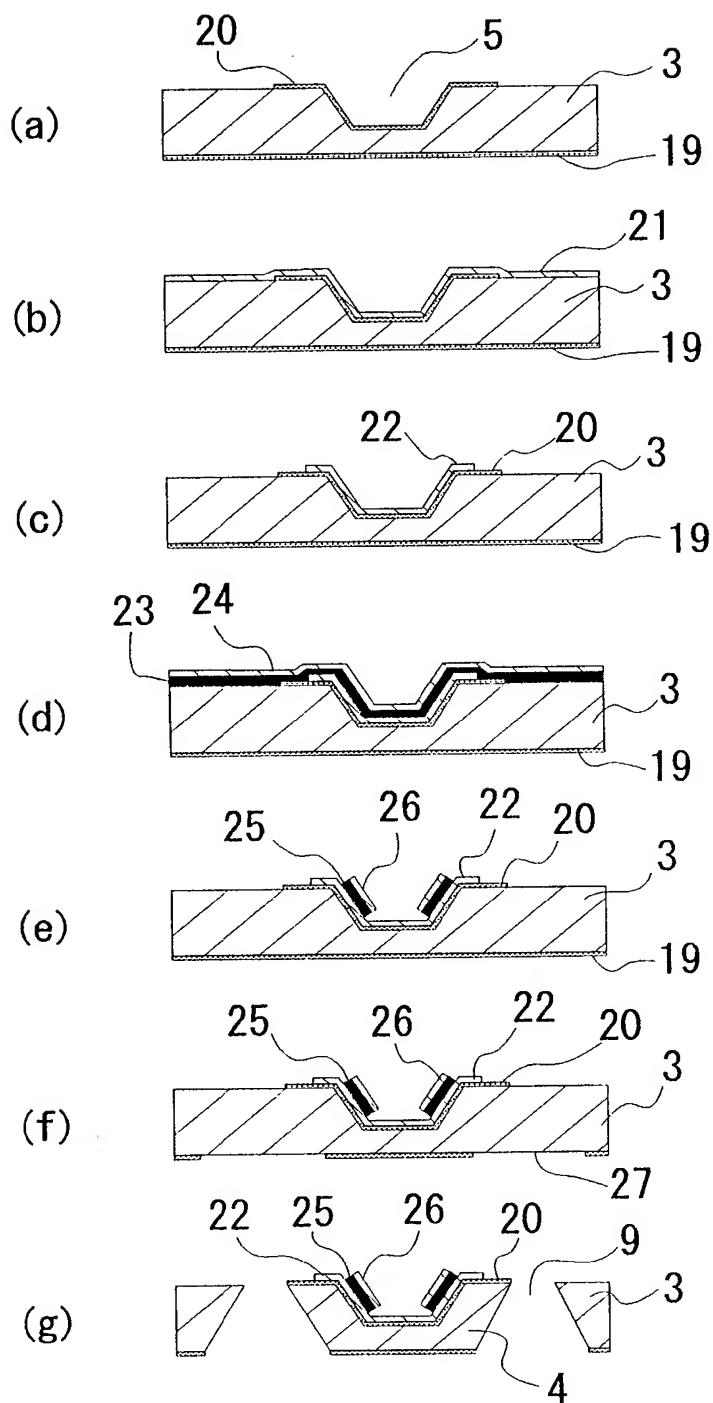
第 8 図



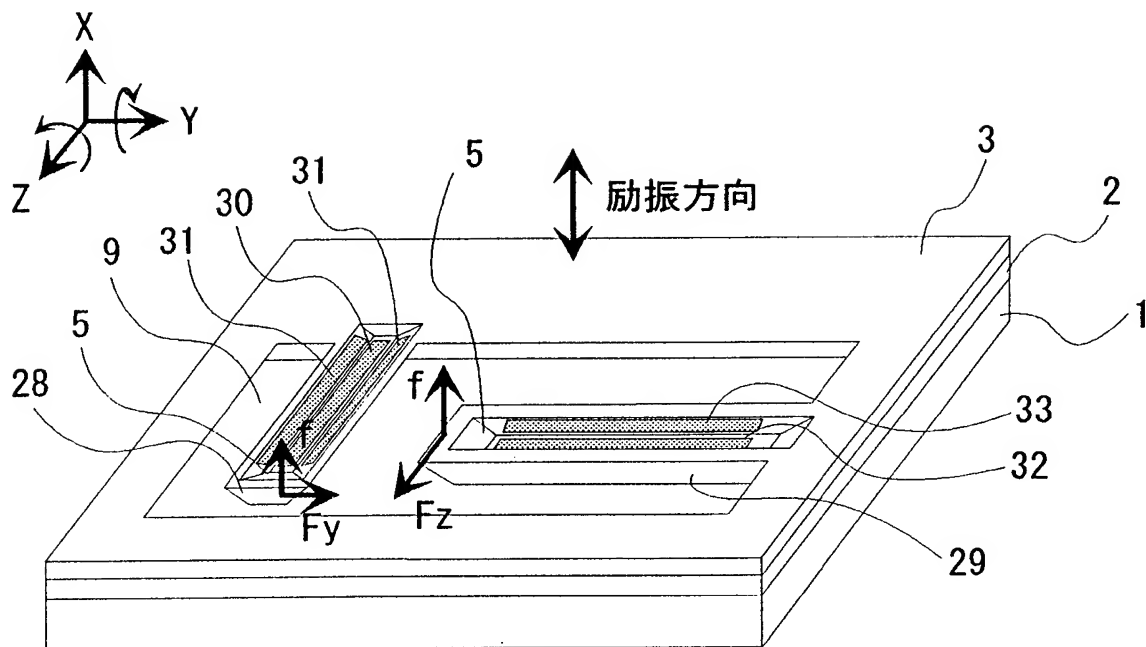
第 9 図



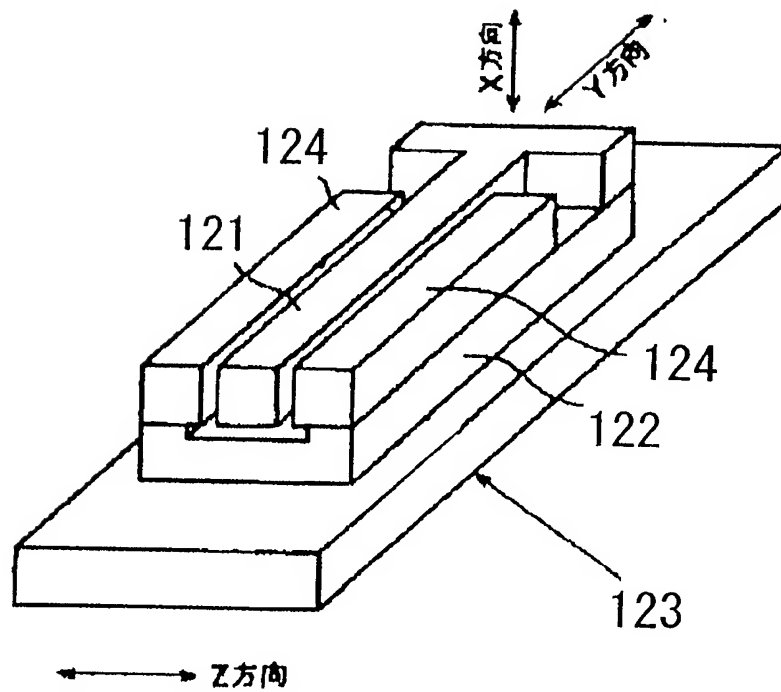
第 10 図



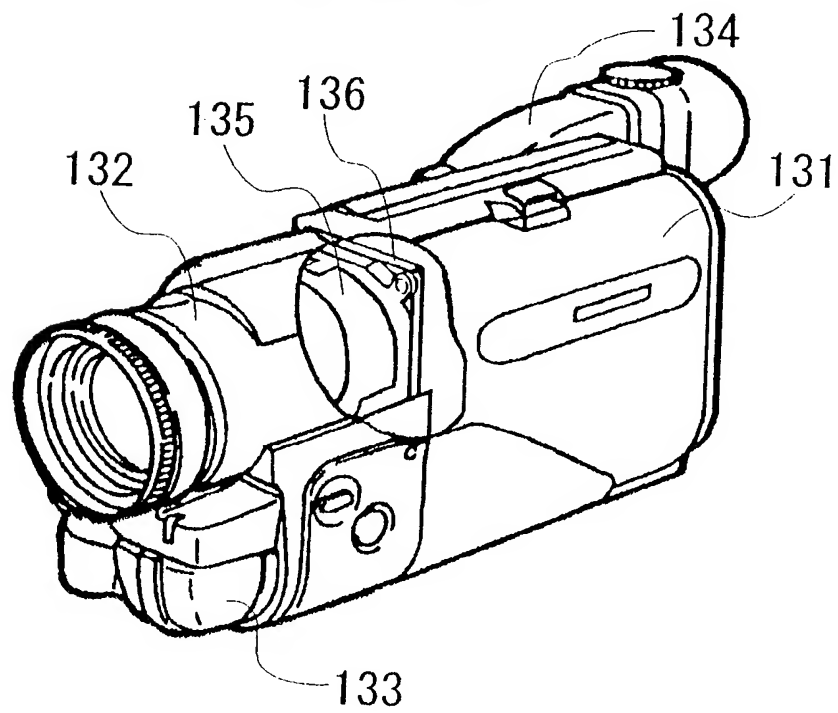
第 1 1 図



第 12 図

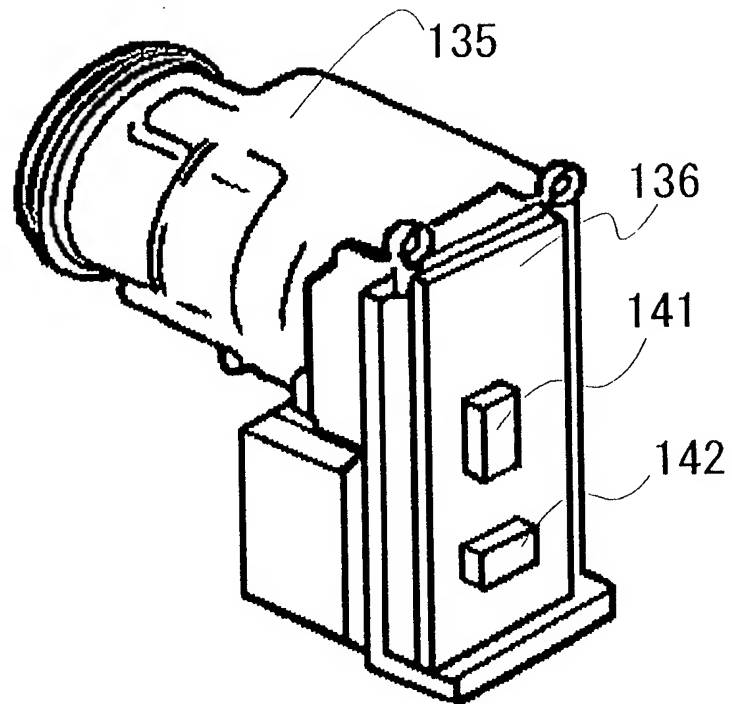


第 13 図

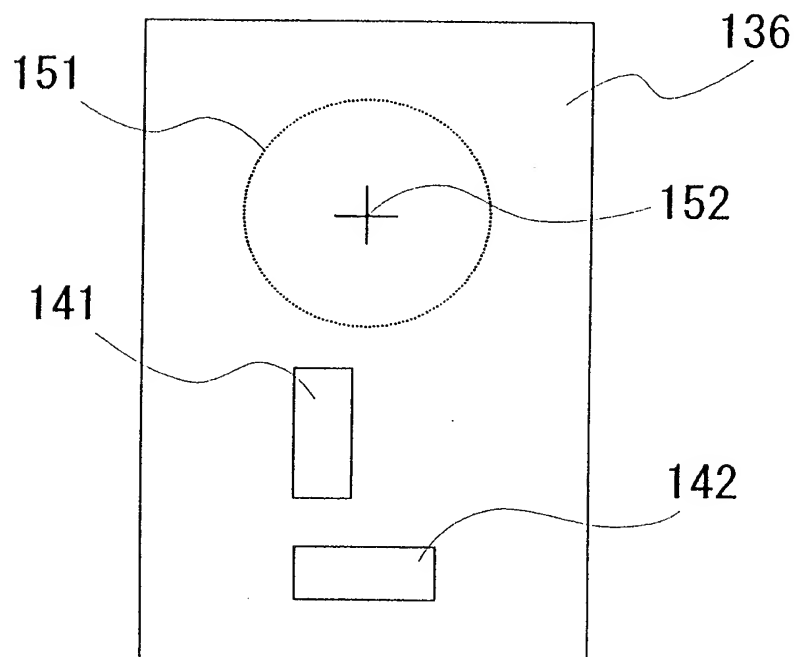


10 / 10

第 14 図



第 15 図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP97/00913

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl⁶ G01C19/56, G01P9/04, H04N5/232, G03B5/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl⁶ G01C19/56, G01P9/04, H04N5/232, G03B5/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926 - 1996
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971 - 1995
Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994 - 1997

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP, 08-261766, A (Clarion Co., Ltd.), October 11, 1996 (11. 10. 96), Fig. 1 (Family: none)	3 1-2, 4
Y A	JP, 05-333038, A (Canon Inc.), December 17, 1993 (17. 12. 93)), Fig. 4 & EP, 572976, A1 & CA, 2097272, A	3 1-2, 4
Y A	JP, 05-256652, A (Murata Mfg. Co., Ltd.), October 5, 1993 (05. 10. 93), Paragraphs (0016) to (0030) (Family: none)	3 1-2, 4
Y A	JP, 05-209754, A (Murata Mfg. Co., Ltd.), August 20, 1993 (20. 08. 93), Paragraphs (0020) to (0040) (Family: none)	3 1-2, 4
A	JP, 08-178667, A (Japan Aviation Electronics Industry, Ltd.), July 12, 1996 (12. 07. 96), Fig. 1 (Family: none)	1 - 4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

April 14, 1997 (14. 04. 97)

Date of mailing of the international search report

April 22, 1997 (22. 04. 97)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP97/00913

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 08-145686, A (Japan Aviation Electronics Industry, Ltd.), June 7, 1996 (07. 06. 96), Fig. 1 (Family: none)	1 - 4
A	JP, 05-322578, A (Tamagawa Seiki Co., Ltd.), December 7, 1993 (07. 12. 93), Fig. 3 (Family: none)	1 - 4
A	JP, 08-160064, A (Japan Aviation Electronics Industry, Ltd.), June 21, 1996 (21. 06. 96), Fig. 1 (Family: none)	1 - 4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁶ G01C19/56, G01P9/04, H04N5/232, G03B5/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁶ G01C19/56, G01P9/04, H04N5/232, G03B5/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926年-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971年-1995年
 日本国登録実用新案公報 1994年-1997年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	J P, 08-261766, A, (クラリオン株式会社) 11, 10月, 1996 (11. 10. 96), 第1図 (ファミリーなし)	3 1-2, 4
Y A	J P, 05-333038, A, (キャノン株式会社) 17, 12月, 1993 (17. 12. 93), 第4図, &EP, 572976, A1 &CA, 2097272, A	3 1-2, 4
Y A	J P, 05-256652, A, (株式会社村田製作所) 5, 10月, 1993 (5. 10. 93), 【0016】-【0030】 (ファミリーなし)	3 1-2, 4
Y A	J P, 05-209754, A, (株式会社村田製作所) 20, 8月, 1993 (20. 08. 93), 【0020】-【0040】 (ファミリーなし)	3 1-2, 4

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日
 14. 04. 97

国際調査報告の発送日

22 04.97

国際調査機関の名称及びあて先
 日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
 秋田将行



2 F 9402

電話番号 03-3581-1101 内線 3217

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P, 08-178667, A, (日本航空電子工業株式会社), 12, 7月, 1996 (12. 07. 96), 第1図 (ファミリーなし)	1-4
A	J P, 08-145686, A, (日本航空電子工業株式会社), 7, 6月, 1996 (07. 06. 96), 第1図 (ファミリーなし)	1-4
A	J P, 05-322578, A, (多摩川精機株式会社), 7, 12月, 1993 (07. 12. 93), 第3図 (ファミリーなし)	1-4
A	J P, 08-160064, A, (日本航空電子工業株式会社), 21, 6月, 1996 (21. 06. 96), 第1図 (ファミリーなし)	1-4